

# METHOD OF CRUSHING NONCONDUCTIVE MATERIAL AND APPARATUS THEREFOR

**Publication number:** WO9626010 (A1)

**Publication date:** 1996-08-29

**Inventor(s):** LINOVIEV NIKOLAI TIMOFEEVICH [RU]; SEMKIN BORIS VASILIEVICH [RU]

**Applicant(s):** HIGH VOLTAGE RESEARCH INST AT [RU]; ITAC LTD [JP]; LINOVIEV NIKOLAI TIMOFEEVICH [RU]; SEMKIN BORIS VASILIEVICH [RU]

**Classification:**


- **international:** *E04B1/16; B02C19/18; C04B40/00; E04B1/16; B02C19/00; C04B40/00; (IPC1-7): B02C19/18*

- **European:** B02C19/18

**Application number:** WO1996JP00392 19960221

**Priority number(s):** RU19950102571 19950222


**Also published as:**

 RU2081259 (C1)

 JP2898099 (B2)

 US6039274 (A)

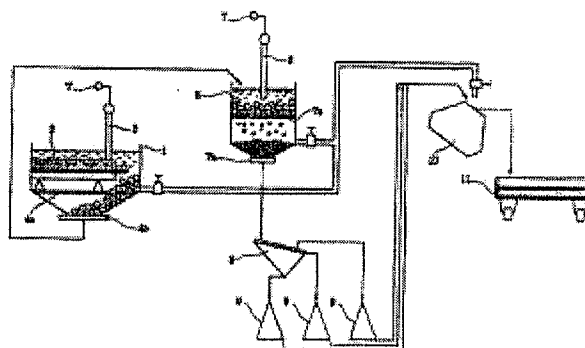
**Cited documents:**

 JP46026574B (B)

 JP62502733T (T)

## Abstract of WO 9626010 (A1)

In a method of crushing or grinding a nonconductive material such as natural ore materials and concrete and by means of discharge voltage, immense energy is required for crushing or grinding, and products generated by crushing or grinding have not been efficiently recycled as new non-electrically conductive materials. A value set by material and thickness 1 of a non-electrically conductive material as crushed, pulse voltage  $U_0$ , time constant  $\tau$  and spark constant  $A$  is defined as a parameter  $P$  for an electric circuit. A value  $P$  is set to be  $0.02 \leq P \leq 1.0$  to permit crushing whereby energy stored in the circuit can be efficiently utilized. Accordingly, it is possible to efficiently manufacture uniform crushed or ground products of high quality.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

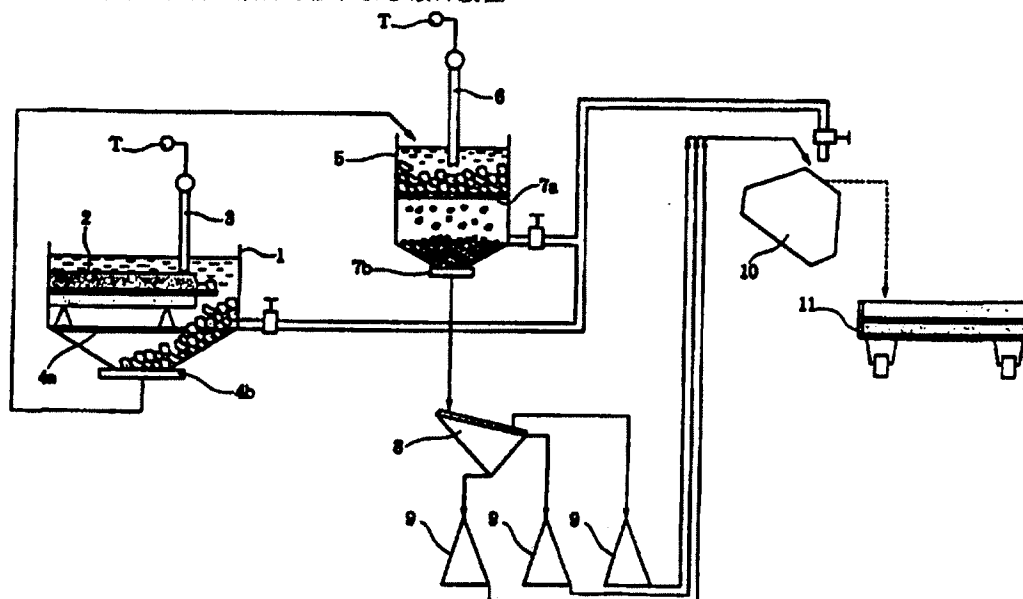


## 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<b>(51) 国際特許分類6</b> <b>B02C 19/18</b>	<b>A1</b>	<b>(11) 国際公開番号</b> <b>WO96/26010</b>  <b>(43) 国際公開日</b> <b>1996年8月29日(29.08.96)</b>
<b>(21) 国際出願番号</b> <b>PCT/JP96/00392</b> <b>(22) 国際出願日</b> <b>1996年2月21日(21.02.96)</b>  <b>(30) 優先権データ</b> <b>95102571</b> <b>1995年2月22日(22.02.95)</b> <b>RU</b>  <b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b> トムスク工科大学 高電圧研究所 <b>(HIGH VOLTAGE RESEARCH INSTITUTE AT TOMSK</b> <b>POLYTECHNIC UNIVERSITY)(RU/RU)</b> トムスク 634050 プロスペクト レニナ, 2A Tomsk, (RU) アイタック株式会社(ITAC, LTD.)(JP/JP) 〒248 神奈川県鎌倉市七里ヶ浜東4丁目21番9号 Kanagawa, (JP) <b>(72) 発明者：および</b> <b>(75) 発明者／出願人 (米国についてのみ)</b> ジノブエフ, ニコライ, ティモフェビッチ <b>(LINOVIEV, Nikolai Timofeevich)(RU/RU)</b> トムスク 634050 プロスペクト レニナ, 2A Tomsk, (RU) シオムキン, ボリス, フェシリエビッチ, <b>(SEMKIN, Boris Vasilievich)(RU/RU)</b> トムスク 634050 プロスペクト レニナ, 2A Tomsk, (RU)		<b>(74) 代理人</b> 弁理士 野崎照夫(NOZAKI, Teruo) 〒169 東京都新宿区百人町2丁目26番8号 F&Yビルディング2F Tokyo, (JP)  <b>(81) 指定国</b>  <b>DE, JP, US.</b>  <b>添付公開書類</b>  <b>国際調査報告書</b>

**(54) Title : METHOD OF CRUSHING NONCONDUCTIVE MATERIAL AND APPARATUS THEREFOR**

**(54) 発明の名称** 非電導性材料の破碎方法および破碎装置



**(57) Abstract**

In a method of crushing or grinding a nonconductive material such as natural ore materials and concrete and by means of discharge voltage, immense energy is required for crushing or grinding, and products generated by crushing or grinding have not been efficiently recycled as new non-electrically conductive materials. A value set by material and thickness  $l$  of a non-electrically conductive material as crushed, pulse voltage  $U_0$ , time constant  $\tau$  and spark constant  $A$  is defined as a parameter  $P$  for an electric circuit. A value  $P$  is set to be  $0.02 \leq P \leq 1.0$  to permit crushing whereby energy stored in the circuit can be efficiently utilized. Accordingly, it is possible to efficiently

# (57) 要約

天然鉱材やコンクリートなどの非電導性材料を放電電圧によって破碎または粉碎する方法において、破碎または粉碎には莫大なエネルギーが必要であり、また破碎または粉碎により生じた生成物は新しい非電導性材料の原料として効率よく再生利用されていなかった。

そこで破碎される非電導性材料の材質、厚さ $l$ 、パルス電圧 $U_0$ 、時定数 $\tau$ 、スパーク定数 $A$ により設定される値を電気回路のパラメータ $P$ と定義する。この $P$ の値を $0.02 \leq P \leq 1.0$ と設定して破碎を行うことにより、回路に蓄積されたエネルギーを効率よく利用することができる。これによって、効率よくしかも高品質の均一な破碎物もしくは粉碎物が製造できるようになる。

## 情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド
AM	アルメニア	DK	デンマーク	LC	セントルシア	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	LK	スリランカ	RO	ルーマニア
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AZ	アゼルバイジャン	FI	フィンランド	LS	レソト	SD	スーダン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	FR	フランス	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GB	イギリス	LV	ラトヴィア	SI	スロベニア
BF	ブルキナ・ファソ	GE	グルジア	MC	モナコ	SK	スロバキア
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MD	モルドヴァ共和国	SN	セネガル
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	MK	マケドニア旧ユーゴスラ	TD	チャド
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド		マダガスカル共和国	TG	トーゴ
CA	カナダ	IL	イスラエル	ML	マリ	TJ	タジキスタン
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MN	モンゴル	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴ	IT	イタリア	MR	モーリタニア	TR	トルコ
CH	スイス	JP	日本	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	UG	ウガンダ

## 明 細 書

## 非電導性材料の破碎方法および破碎装置

## 技術分野

本発明は、石英や花崗岩や岩石などの天然の非電導性の鉱材、あるいは使用済みの鉄筋コンクリート廃棄物、あるいは金属補強材を含んだ樹脂成形物などのように導電性材料を含んだ非電導性材料を破碎または粉碎し、新たな非電導性材料の原料などとして再利用できるようにした破碎方法および破碎装置に関する。

## 背景技術

鉄筋コンクリートなどのように導電性の材料を補強材として含む非電導性材料を処理し、この処理生成物を再利用して新たな非電導性材料を製造する方法は、A. F. ウソフ、B. V. シオムキン、N. T. ジノブエフ著の「電氣的衝撃技術を利用したプラントにおけるプロセスの変遷」（レニングラード：ナウカ 1987）の第189頁に記載された公知の技術である。この方法では、水の中に鉄筋コンクリート廃棄物が置かれ、これが電気放電によって破碎され粉碎される。粉碎後の鉄筋コンクリート廃棄物からは鉄筋補強材が取り出され、粉碎されたコンクリートの破片は水切りされ、破碎または粉碎に使用された水はポンプにより取り除かれる。そして、これらを原料として、新しい鉄筋コンクリートが製造される。

しかし、上記の方法では、鉄筋コンクリートの粉碎に莫大なエネルギーが必要であり、また粉碎された鉄筋コンクリート材料の全てを利用できず、再生利用率が悪かった。

上記欠点は、B. V. グセフ、V. A. ザグルスキ著「コンクリートのリサイクル」（モスクワ、ストロイザット 1988）の第96頁に記載されている方法により部分的に解決されている。これによれば、鉄筋コンクリート廃棄物は、予備的に破碎機械によって破碎され、その後、破碎された鉄筋コンクリート廃棄物から鉄筋補強材が取り出されて熔融される。破碎されたコンクリートをさらに粉

砕した後、この粉碎されたコンクリートを破片の大きさや種類などにより分け、この分けられたコンクリートの破片を混合し、新しいコンクリート混合物を作るものである。

しかし、この方法では、コンクリートを破碎する時の電氣的衝撃とコンクリートの電気物理特性の最適比率が考慮されていない。このため、破碎に要する電圧が調節できず、エネルギーの効率を良くした破碎を行うことができないという問題点がある。また、破碎され粉碎されたコンクリート材料及び鉄筋補強材などの処理生成物の全てが新しいコンクリートの原料として使用できるわけではなく、鉄筋コンクリート廃棄物の再利用率が低いという問題は解決されなかった。

本発明は上記従来の技術の持つ問題点を解決するものであり、鉄筋コンクリート廃棄物などの非電導性材料を破碎もしくは粉碎し、破碎もしくは粉碎により生じた物質を再利用して新たに非電導性材料を製造する方法または装置において、前記非電導性材料の破碎もしくは粉碎後の生成物のほとんど全てを新しい非電導性材料の原料として使用でき、また破碎もしくは粉碎に使用される消費エネルギーを低減することを目的としている。

#### 発明の開示

本発明は、非電導性材料を電気放電衝撃によって破碎もしくは粉碎する方法において、放電電圧を供給する電気回路のパラメータを $P$ と定義したときに、この $P$ の値が $0.02 \leq P \leq 1.0$ の範囲内で電気放電させることを特徴とする非電導性材料の破碎方法である。

但し、前記 $P$ は以下の式1で表され、 $l$ は非電導性材料の厚さ、 $U_0$ は非電導性材料に与えられるパルス電圧、 $\tau$ は時定数である。また $A$ はスパーク定数であり、非電導性材料にパルス状の電圧を与えたときに流れる電流の総和および抵抗値に比例し且つ前記 $l$ に反比例する値である。

(式1)

$$P = \frac{Al}{U_0 \tau^{1/2}}$$

上記において、非電導性材料は導電性材料が混入されたものであってもよい。この場合には、導電性材料がアースとして機能し、非電導性材料が破碎または粉碎されたときに、前記導電性材料をそのままの形であるいは変質させることなく取り出すことが可能である。

本発明での非電導性材料は、天然の鉱材、コンクリート、樹脂成形物、ゴム成形物などである。また導電性材料は、前記コンクリートに含有された鉄筋補強材や炭素繊維、前記樹脂成形物に含有された金属フィラー、前記ゴム成形物に混入された金属材などである。

また、液体で満たした容器内に非電導性材料を設置し、電圧を与える高圧電極を前記非電導性材料に当て、液体または容器をアースとして電気放電を与えることが可能である。

次に、本発明は、非電導性材料の設置部と、この非電導性材料に高圧電圧を与える高圧電極と、前記高圧電極に放電電圧を与える電気回路とを有する非電導性材料の破碎装置において、前記放電電圧を供給する電気回路のパラメータを  $P$  と定義したときに、この  $P$  の値が  $0.02 \leq P \leq 1.0$  の範囲内で電気放電させることを特徴とする非電導性材料の破碎装置である。

但し、前記  $P$  は前記式 1 で表され、 $l$  は非電導性材料の厚さ、 $U_0$  は非電導性材料に与えられる電圧、 $\tau$  は時定数である。また  $A$  はスパーク定数であり、非電導性材料にパルス状の電圧を与えたときに流れる電流の総和および抵抗値に比例し且つ前記  $l$  に反比例する値である。

上記において、非電導性材料に導電性材料が混入されているものを破碎または粉碎することが可能である。

また、液体で満たした容器内に非電導性材料が設置され、電圧を与える高圧電極を前記非電導性材料に当て、液体または容器をアースとして電気放電が与えられる構造とすることができる。

そして、前記容器は破碎または粉碎された非電導性材料が落下できる多孔質構造の底板と、この底板から落下した材料を取り出す開閉ゲートが設けられている構造とすることにより、導電性材料と破碎または粉碎された非電導性材料を分離することができる。

さらに、前記容器が複数段にて配列され、第1の容器で破碎された非電導性材料が次段の容器内に順に移行させられて破碎または粉碎が行われる構造とすることにより、非電導性材料を確実に粉碎することが可能になる。

上記において、例えば第2図に示すように、前記放電電圧を与える電気回路をコンデンサの直列・並列変換回路とし、高電圧の発生部を有するとともに、所定距離にて対向する放電球または放電電極と、前記放電球または放電電極に放電が発生する前に互い並列に接続され且つ前記放電球または放電電極に放電が発生したときに直列に接続される複数のコンデンサと、並列状態のときに各コンデンサ間を結ぶインダクタンス素子とから構成されたパルス発生器を有するものとすることが好ましい。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の非電導性材料の破碎方法および破碎装置、さらには破碎された材料の再生利用製造装置を示す概略図であり、第2図は、本発明の非電導性材料を破碎もしくは粉碎する高圧電極に放電エネルギーを供給する電気回路の回路図である。また、第3図は、第2図に示した回路の等価回路図で、第4図は第3図に示した等価回路の電力 $u(t)$ 及び $i(t)$ と時間 $t$ との関係を示す線図である。第5図は、異なる $P$ の値による時間系の無次元数 $t/(LC)^{1/2}$ と $N(t)/N_0$ との関係を示す線図である。そして、第6図は、 $P$ と $N(t)/N_0$ の最大値 $f$ との関係を示す線図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を説明する前に、本発明において、発明者が定義した電気回路のパラメータ $P$ について説明する。

$P$ は、本発明においてコンクリートなどで代表される非電導性材料を破碎もしくは粉碎する放電エネルギーを供給する電気回路のパラメータであり、前記式1で表される無次元数である。

前記式1において、 $A$ は本発明の発明者が定義した値で、コンクリートなどの非電導性材料に電気衝撃が与えられたときのスパーク定数である。そして、 $1$ は

非電導性材料である例えばコンクリートの厚さで単位はm（メートル）、 $U_0$ は電気回路のパルス電圧で単位はkV（キロボルト）、 $\tau$ は電気回路での時定数で単位はs（秒）である。

前記 $\tau$ は、第2図や第3図に示す全回路でのインダクタンスおよび静電容量で決められる時定数であり、以下の式2により表される。

（式2）

$$\tau = \sqrt{LC}$$

上記式2において、Lは全回路のインダクタンスを示し単位はH（ヘンリー）、Cは回路上での静電容量を表し単位はF（ファラッド）である。

前記式1において、Aはスパーク定数と呼ばれる積分定数である。短時間0→t（s：秒）の間に、一定の高電圧U<sub>0</sub>（V）で厚さl（m）の非電導性材料に電流i（アンペア）が流れるとき、非電導性材料の電気抵抗をR（オーム）とすれば、これらの間に次の式3に示す関係が成立する。

（式3）

$$R = A l \left( \int_0^t i^2 dt \right)^{-1/2}$$

Aは前記式3の左辺と右辺の等号を成立させる定数として位置付けることができ、左辺と右辺との関係から、前記Aは単位（V・sec<sup>1/2</sup>・m<sup>-1</sup>）の次元で表される。本発明では、この次元で表わされる前記Aをスパーク定数と呼ぶ。また、上記式3より、Aは以下の式4で表すことができる。

（式4）

$$A = \frac{R}{l} \left( \int_0^t i^2 dt \right)^{1/2}$$

上記式3および式4は、オームの法則（R＝電圧／電流）と対比させると容易に理解できる。本発明では電気放電衝撃によりコンクリートなどの非電導性材料



を破碎または粉碎するものであるが、実際に前記非電導性材料に放電電圧が印加されたときに、コンクリートなどの電氣的抵抗値を定量的に表わすことはできない。そこで、厚さ  $l$  のコンクリートなどに放電電圧を与えたときに、短時間  $0 \sim t$  の間に流れた電流の変化を時間で積分したものを、前記厚さ  $l$  のコンクリートなどに流れた電流値とし、積分定数  $A$  と  $l$  の積をオームの法則での電圧に置き換えたものである。

したがって、前記スパーク定数  $A$  は、実際にコンクリートなどの非電導性材料に高電圧のパルスを与え、電極に流れる電流  $i$  を測定し、また放電電圧を与えた回路での静電容量とインダクタンスさらに前記電圧および電流  $i$  とから非電導性材料の抵抗  $R$  を求め、前記電流と、抵抗  $R$  および非電導性材料の厚さ  $l$  とから実験的に求めることができる。このスパーク定数  $A$  は、個々の非電導性材料の材質に応じた固有の値である。また、例えば鉄筋コンクリート廃棄物または、金属フィラーを含有する樹脂成形体、あるいは金属材を含むゴム成形体などでは、これら鉄筋、金属フィラーまたは金属材などの導電性材料、およびコンクリート、樹脂、ゴムなどの非電導性材料の全てを合わせた（混合比なども含めて）固有の値を呈するものとなる。

本発明では、コンクリートなどの非電導性材料を電気放電衝撃により破碎または粉碎するに際し、前記式 3 で求めた非電導性材料の抵抗  $R$  の値に応じて、第 2 図などに示される電気回路から与えられるパルス電圧  $U_0$ 、およびインダクタンス  $L$  や静電容量  $C$  などの回路値を変え、あるいは適正な値を選択し、これによりエネルギー効率よく破碎または粉碎を行なうようにしたものである。そのため、前記抵抗  $R$  および厚さ  $l$ 、さらには前記スパーク定数  $A$ 、時定数  $\tau$  との関係でパラメータ  $P$  を設定し、最もエネルギー効率良く破碎または粉碎を行なうことのできる前記パラメータ  $P$  の範囲を求めようとしているものである。

すなわち、前記無次元定数のパラメータ  $P$  は、実験により、上記スパーク定数  $A$  及びコンクリートの厚さ  $l$  及びパルス電圧  $U_0$ 、及び全回路での時定数  $\tau$ （インダクタンス  $L$ 、静電容量  $C$ ）の相関関係を調べ、これらを整理するために設定されたものである。そして、前記変数  $A$ 、 $l$ 、 $U_0$ 、 $\tau$ （ $L$ 、 $C$ ）の値が変化しても  $P$  の値が同じであるなら、非電導性材料を破碎または粉碎するときの状況を同

じに設定できることに着目したものである。

例えば、前記変数がそれぞれ $A_1$ 、 $l_1$ 、 $U_{o1}$ 、 $\tau_1$  ( $L_1$ 、 $C_1$ ) のときの回路のパラメータを $P_1$ とし、 $A_2$ 、 $l_2$ 、 $U_{o2}$ 、 $\tau_2$  ( $L_2$ 、 $C_2$ ) のときの回路のパラメータを $P_2$ であるとする。このとき、 $P_1 = P_2$ であるならば、破碎状況は同一である。

非電導性材料として例えば鉄筋コンクリートを電気放電衝撃により破碎もしくは粉砕する場合、前記鉄筋コンクリートの抵抗 $R$ の値に応じてパルス電圧 $U$ 。及びインダクタンス $L$ 及び静電容量 $C$ を変え、パラメータ $P$ の値を変えることが鉄筋コンクリートを効率よく破碎もしくは粉砕するのに望ましい。本発明において、非電導性材料を破碎するときの $P$ の値を $0.02 \leq P \leq 1.0$ と設定することにより、電気回路に貯えられたエネルギーを効率よく利用して、破碎を行えるものとなる。

以下本発明の構成を図面により説明する。第1図は本発明の非電導性材料の破碎方法および破碎装置、さらには破碎された材料の再生利用製造装置を示している。

図中の符号1は第1の容器、2は非電導性材料として例えば鉄筋コンクリート廃棄物であり、この実施例では鉄筋コンクリート廃棄物2が電気放電衝撃による被破碎物となる。3は第1の高圧電極、4aは多孔質構造の底板、4bは開閉ゲート、5は第2の容器、6は第2の高圧電極、7aは多孔質構造の底板、7bは開閉ゲート、8は分級装置、9はそれぞれのフィラー貯蔵装置、10はコンクリートの混練装置、11は流し込み型である。第1図に示す実施例では高圧電極が2つ設けられているが、1つの高圧電極のみで破碎もしくは粉砕を行うものであってもよい。又、3つ以上の複数の高圧電極で破碎及び粉砕を行うものであってもよい。

上記の装置は以下のように実施される。水で満たされた第1の容器1の中に被破碎物となる鉄筋コンクリート廃棄物2が置かれ、この鉄筋コンクリート廃棄物2の上に第1の高圧電極3が設置される。第2図に示されている電気回路と前記第1の高圧電極3及び第2の高圧電極6は端子Tでつながっており、この電気回路から高圧パルスが供給されるものとなっている。鉄筋コンクリート廃棄物2に

含有されていた鉄筋補強材及び第1の容器1及び第1の容器1内の水はアースとして利用される。第1の高圧電極3から鉄筋コンクリート廃棄物2に電気放電による衝撃力が与えられ、鉄筋コンクリート廃棄物2は破砕される。そして、鉄筋コンクリート廃棄物2が破砕された後、鉄筋補強材がむき出しになる。この鉄筋補強材は新たに製造される鉄筋コンクリートの材料として再利用される。多孔質構造の底板4aは上下または左右に動くものであり、これにより破砕もしくは粉砕されたコンクリートの破片が下方の部屋にふり落とされ、鉄筋補強材と分離される。そして、前記コンクリートの破片は開閉ゲート4bから取り出されて水きりされ、第2の容器5に搬送される。前記コンクリートの破片の第1の容器1から第2の容器5への搬送は、例えばベルトコンベアなどにより行ってもよい。

前記第2の容器5内には水が入れられ、この水の中で前記コンクリートの破片は、第2の高圧電極6の電気衝撃力によって微粉砕される。微粉砕されたコンクリートは多孔質構造の底板7aを通して落下し、開閉ゲート7bから取り出されて分級装置8で細かく分級され、その後フィラー貯蔵装置9に至る。

第1の容器1から出る排水と、第2の容器5から出る排水は混練装置10に送られる。また、第2の容器5内で粉砕されたコンクリートもフィラー貯蔵装置9から混練装置10に送られる。混練装置10の中で、適正組成のコンクリート粉末と排水が混合され、コンクリート混合物が準備される。その後、このコンクリート混合物と鉄筋コンクリート廃棄物2の破砕により生じた鉄筋補強材が流し込み型11に入れられ、ここで新たな鉄筋コンクリートが製造される。コンクリート混合物を作るときに、鉄筋コンクリート廃棄物2から得られたコンクリート粉末に未使用のフィラーを加えることにより良質の鉄筋コンクリートを製造することができる。

第2図は第1の高圧電極3及び第2の高圧電極6にパルス電圧を供給する電気回路の概略図である。

第2図に示すように、第1の高圧電極3は電気回路と端子Tで接続している。図示していないが、第2の高圧電極6も同じように電気回路に接続している。第2図に示す電気回路は電圧調整器12、高電圧変圧器13、パルス発生器14か

ら成り、パルス発生器 14 は回路 14 A、14 A…より構成されている。回路 14 A、14 A…は並列に接続されている。回路 14 A はコンデンサ 14 a、インダクタンス 14 b、放電球（または放電電極）14 c により構成されている。

第 2 図に示す電気回路の動作を説明すると、まず電圧調整器 12 に電圧が与えられ、この電圧が高電圧変圧器 13 で高電圧に変圧される。例えば電圧調整器 12 に 440 V の電圧が供給された場合、この電圧は高電圧変圧器 13 で (10-50) kV の高電圧に変圧される。なお上記 (10-50) は「10 以上 50 以下」を表すものであり、以下においても同じ意味で使用される。

そして、高電圧変圧器 13 で変圧された電圧が回路 14 A、14 A…に供給され、コンデンサ 14 a、14 a…にエネルギーが貯えられる。このとき、回路 14 A、14 A…は放電球 14 c により接続されていないため、各コンデンサ 14 a、14 a…は並列に接続され、全てのコンデンサ 14 a、14 a…に同一電荷がかかる。そして、コンデンサ 14 a、14 a…に高エネルギーが貯えられ、所定の電圧に達すると、隣合う放電球 14 c、14 c 間で放電が起こり、回路 14 A、14 A…の抵抗が 0 の状態となり、回路 14 A、14 A…すなわち各コンデンサは直列になる。

なおこのときの電圧は放電球 14 c、14 c との間の距離に依存し、この距離を調整することにより、所定の電荷値に設定することができる。そして、直列回路となったパルス発生器 14 からパルス電圧  $U_0$  が第 1 の高圧電極 3 及び第 2 の高圧電極 6 に供給され、鉄筋コンクリート廃棄物 2 に対して、放電が発生する。このパルス発生器 14 に貯えられるエネルギー  $W$  (ジュール) は以下の式 5 で表すことができる。

(式 5)

$$W = \frac{C U_0^2}{2}$$

また、前記電気回路に貯えられる代表的な電力  $N_0$  (ワット) は、前記  $W$  を時定数  $\tau$  で除すことにより以下の式 6 で表すことができる。

(式6)

$$N_0 = \frac{W}{\tau} = \frac{C U_0^2}{2\tau}$$

第3図は第2図に示すパルス発生器14および被破砕物となる鉄筋コンクリート廃棄物2を含む全回路の等価回路図である。この回路の電圧を $u(t)$ 、回路を流れる電流を $i(t)$ としたときの時間 $t$ に対する $u(t)$ 、 $i(t)$ の過渡的な関係を第4図に示す。等価回路は一般的なRCL回路で示され、抵抗 $R$ は鉄筋コンクリート廃棄物2の抵抗成分である。この抵抗 $R$ は前記数3で定義されたものである。

また、この回路のある時間 $t$ における電力 $N(t)$ （抵抗 $R$ における消費電力）は以下の式7に示すように、電圧 $u(t)$ と電流 $i(t)$ の積で示すことができる。

(式7)

$$N(t) = i(t) \times u(t)$$

本発明において電気回路のパラメータ $P$ の値は、上記第1図及び第2図に示された本発明の非電導性材料の破砕装置を使用して、以下に示す被処理法を用い実際の処理を試みた結果、設定された。

非電導性材料として、ロシアゴスト規格200、300、400、500のコンクリートと、石英岩、花崗岩を使用した。これら各コンクリート及び石英岩及び花崗岩のスパーク定数 $A$ を表1に示す。

(表1)

	コンクリートのタイプ					花崗岩	石英岩
	200	300	400	500	600		
$A, (V_s^{1/2} m^{-1})$	290	305	325	350	375	600	800

前記表1での各コンクリートのスパーク定数 $A$ は、所定の厚さ1のコンクリート材料に対し、高電圧のパルス電圧 $U_0$ を与え、このパルス電圧 $U_0$ を与えた電

極に流れる電流を求め、前記パルス電圧 $U_0$ 。および電流さらにはパルス電圧 $U_0$ 。を与えた回路の静電容量 $C$ やインダクタンス $L$ を考慮してコンクリートの抵抗 $R$ を求めると、前記式4から算出することができる。

前記コンクリートや自然岩などの被破碎物を破碎するとき使用された電気回路の $U_0$ 、 $C$ 、 $L$ 、 $\tau$ の各値の範囲を以下に示す。

$$U_0 = (120 - 600) \text{ kV}$$

$$C = (0.016 - 0.225) \mu\text{F}$$

$$L = (10 - 830) \mu\text{H}$$

$$\tau = (0.4 - 13.6) \mu\text{s}$$

これらの値を変化させることにより、ゴストすなわちスパーク定数 $A$ の異なる材料のみならず、材料の厚さ $l$ が異なる場合においても $P$ を破碎に適した値に設定することができる。

第4図は第3図に示した等価回路の電流 $i(t)$ および電圧 $u(t)$ の時間 $t$ に対する変化を表しているものである。第4図は、非電導性材料例えばコンクリートにパルス電圧 $U_0$ 。をかけたとき、電流 $i(t)$ が最大値 $i_0$ 。となる時と、電圧 $u(t)$ が最大値 $u_0$ 。になったときとで時間差があることを示している。

第5図は表1に示した被破碎物を破碎もしくは粉碎するときの電気回路のパラメータ $P$ の値をそれぞれ0.02、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0と設定し、各 $P$ の値による $t / (LC)^{1/2}$ と $N(t) / N_0$ との関係を表した線図である。横軸は $t / (LC)^{1/2}$ 、すなわち時間系の無次元数を表し、縦軸は $N(t) / N_0$ 、すなわち電気回路での蓄積電力に対する抵抗 $R$ での消費電力との比を表す。 $N(t) / N_0$ が大きいということは、第1の高圧電極3または第2の高圧電極6で消費される電力が大きく、コンクリート及び自然岩を破碎もしくは粉碎する力大きいことを示す。

$P = 0.02$ 及び $P = 1.0$ のとき、 $N(t) / N_0$ の最大値は0.1にも満たない。これに対し $P = 0.4$ のとき $N(t) / N_0$ の最大値は最も大きく、 $t / (LC)^{1/2} = 1.5$ で $N(t) / N_0 = 0.275$ である。 $P$ の値が1を越えた場合、放電に要する時間が長くなり、電導効率が著しく低下し、電気回路に関する $U_0$ 、 $C$ 、 $L$ 、 $\tau$ の各値が上記された範囲である場合、破碎現象が起き

ない。また、 $P$ が0.02を下回った場合、放電時間が極端に短くなり、この場合も電力効率が著しく低下し、電気回路に関する各値が上記された範囲の値である場合、破砕が起きない。エネルギーの最大効率は $P = 0.4$ のときに達成できた。

第6図は、第5図で示したグラフの $N(t)/N_0$ の最大値 $f = N_{\max}/N_0$ と $P$ との関係を示す線図である。

ここで $N_{\max}$ は $N(t)$ の最大値であり、 $f$ は $N_{\max} = N_0$ のときに最大になる。すなわち $f$ の最大値は $f = 1$ である。 $f$ の値が大きいと、第1の高圧電極3で消費される電力が大きく、コンクリートや天然鉱材などの非電導性材料に対する破砕エネルギーが大きいうことを表す。

第6図において、 $P$ が0.02以下である場合、または1.0以上である場合、 $f$ はほぼ0に近い値である。すなわち、 $P$ が0.02以下または1.0以上のとき、 $N_{\max}$ は $N_0$ に比べ非常に小さく、コンクリートの破砕のために消費されるエネルギーが小さいこととなる。したがって、 $P$ が0.02以下または1.0以上の場合、被破砕物の破砕は起こらない。また、 $P$ が $0.02 \leq P \leq 1.0$ のとき $f$ の値は0以上であり、 $P = 0.4$ のとき $f$ の値は最も大きくなる。よって、本発明において、コンクリートの破砕を行うときの $P$ の値は $0.02 \leq P \leq 1$ であり、好ましくは $P = 0.4$ である。

次に、実験とは別に、本発明の破砕方法を用いた場合のエネルギー効率 $\eta_1$ を以下に示す計算式により求めた。以下の式8ないし式10は本発明の発明者が定義した式である。

エネルギー効率 $\eta_1$ を求める式は以下の式8である。

(式8)

$$\eta_1 = 282 \times P \times y_{\max} \times \tau_1^{1/2}$$

上記式8の $y_{\max}$ は以下の式9により求められる。

(式9)

$$y_{\max} = \begin{cases} 1.5 (0.67 - P) & P \leq 0.4 \\ 0.67 (1 - P) & 0.4 < P \leq 0.75 \end{cases}$$

また、式8の $\tau_1$ は以下の式10により求められる。

(式10)

$$\tau_1 = \begin{cases} 1 + 1.35P & P \leq 0.4 \\ 7.02P - 1.27 & 0.4 < P \leq 0.75 \end{cases}$$

このように、エネルギー効率 $\eta_1$ は電気回路のパラメータPの値に依存するものである。

例えば、 $P = 0.4$ のときのエネルギー効率 $\eta_1$ は上記式8、9、10により、56.7%と求められる。よって、 $P = 0.4$ のとき、回路に蓄積されたエネルギー（電力）の56.7%を節約してコンクリートの破砕を行うことができる。

次に、 $U_0 = 357 \text{ kV}$ 、 $C = 0.094 \mu\text{F}$ 、 $L = 150 \mu\text{H}$ の条件で、厚さ0.1mのゴスト規格200のコンクリートの破砕を行ったときのエネルギー効率 $\eta_1$ を計算した。表1よりゴスト規格200のコンクリートのスパーク定数Aは $290 \text{ V} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{m}^{-1}$ であるので、式1より $P = 0.0419$ となる。したがって、式8、9、10よりこのときのエネルギー効率は11.4%となる。すなわち、第2図に示した電気回路に蓄積された電力の11.4%を節約してコンクリートの破砕を行うことができたこととなるが、 $P = 0.4$ のときのエネルギー効率 $\eta_1$ に比べ低い値である。

また、電気回路の条件を同じにして、上記ゴスト規格200のコンクリートの厚さを0.01mとして破砕を行った。このとき電気回路のパラメータは $P = 0.0042$ である。そして、エネルギー効率は上記式8、9、10より1.2%と算出され、エネルギー効率が悪いことがわかる。これらの値は実験値に極めて近い値である。



### 産業上の利用可能性

以上詳述した本発明によれば、天然鉱材やコンクリートや樹脂やゴムなどの非電導性材料を放電電圧により破碎もしくは粉碎するときに、この放電電圧を供給する電気回路のパラメータをPと定義し、このPの値を基準にすることによって、電気回路に貯められた電力を効率よく利用することができる。

また、非電導性材料に導電性の補強材が含有されている場合には、この補強材がアースとして機能し、非電導性材料のみが破碎または粉碎されるので、導電性の補強材は、含有されたままの状態で取り出すことができる。

また、破碎もしくは粉碎により生成された処理生成物をほぼ全て目的に応じて再生利用できるので、廃棄物を出さず、低コストで目的に応じた新たな非電導性材料を製造することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 非電導性材料を電気放電衝撃によって破碎もしくは粉碎する方法において、放電電圧を供給する電気回路のパラメータをPと定義したときに、このPの値が  $0.02 \leq P \leq 1.0$  の範囲内で電気放電させることを特徴とする非電導性材料の破碎方法。

但し、前記Pは以下の式1で表され、 $l$ は非電導性材料の厚さ、 $U_0$ は非電導性材料に与えられるパルス電圧、 $\tau$ は時定数である。またAはスパーク定数であり、非電導性材料にパルス状の電圧を与えたときに流れる電流の総和および抵抗値に比例し且つ前記 $l$ に反比例する値である。

(式1)

$$P = \frac{Al}{U_0 \tau^{1/2}}$$

2. 非電導性材料に導電性材料が混入されている請求の範囲第1項記載の非電導性材料の破碎方法。

3. 液体で満たした容器(1)、(5)内に非電導性材料(2)を設置し、電圧を与える高压電極(3)、(6)を前記非電導性材料(2)に当て、液体または容器(1)、(5)をアースとして電気放電を与える請求の範囲第1項または第2項記載の非電導性材料の破碎方法。

4. 非電導性材料の設置部と、この非電導性材料に高压電圧を与える高压電極(3)、(6)と、前記高压電極(3)、(6)に放電電圧を与える電気回路とを有する非電導性材料の破碎装置において、前記放電電圧を供給する電気回路のパラメータをPと定義したときに、このPの値が  $0.02 \leq P \leq 1.0$  の範囲内で電気放電させることを特徴とする非電導性材料の破碎装置。

但し、前記Pは以下の式1で表され、 $l$ は非電導性材料の厚さ、 $U_0$ は非電導性材料に与えられる電圧、 $\tau$ は時定数である。またAはスパーク定数であり、非電導性材料にパルス状の電圧を与えたときに流れる電流の総和および抵抗値に比例し且つ前記 $l$ に反比例する値である。

(式 1)

$$P = \frac{Al}{U_0 \tau^{1/2}}$$

5. 非電導性材料に導電性材料が混入されている請求の範囲第4項記載の非電導性材料の破碎装置。

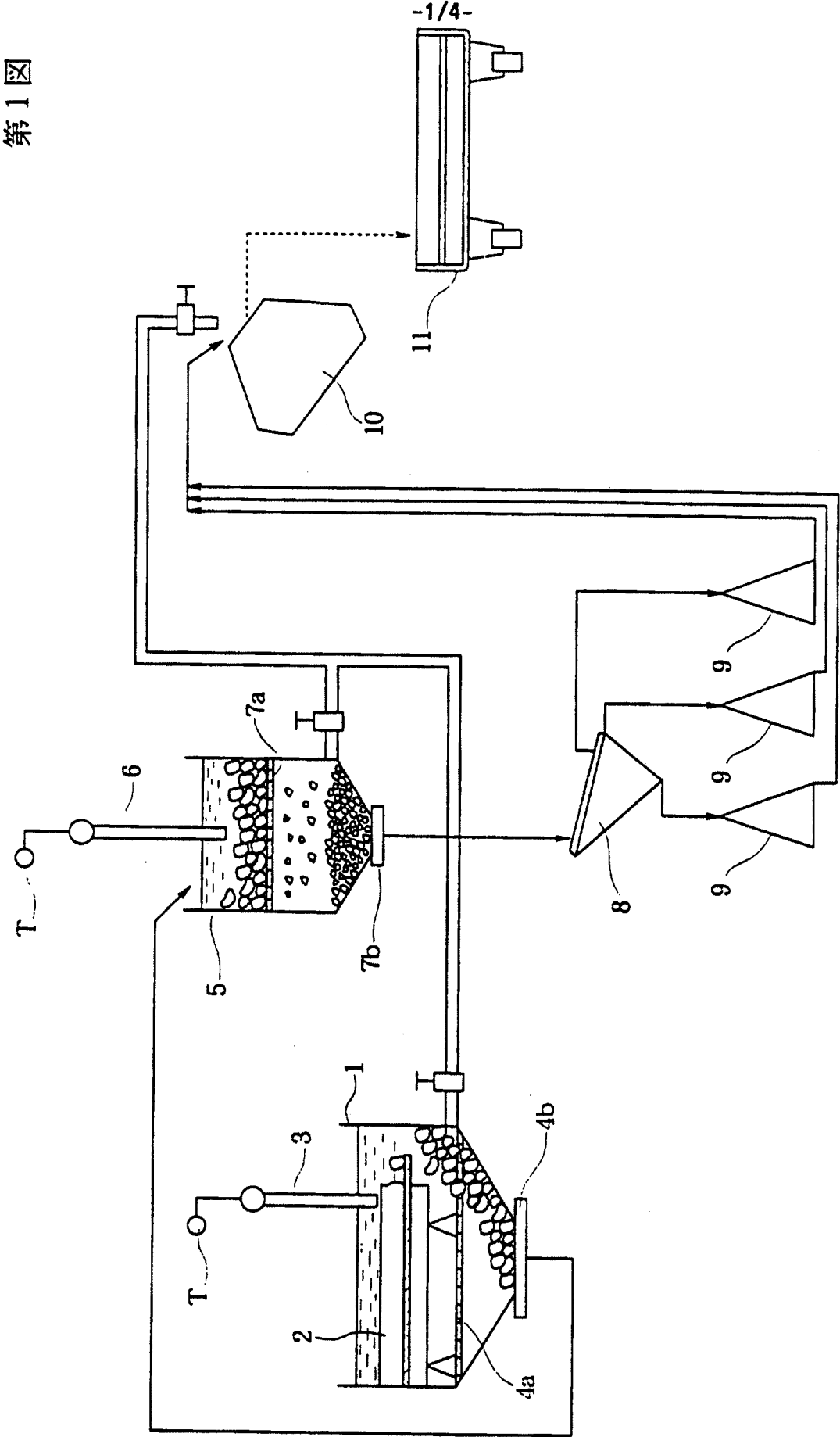
6. 液体で満たした容器(1)、(5)内に非電導性材料(2)が設置され、電圧を与える高圧電極(3)、(6)を前記非電導性材料(2)に当て、液体または容器(1)、(5)をアースとして電気放電が与えられる請求の範囲第4項記載の非電導性材料の破碎装置。

7. 前記容器(1)、(5)は破碎または粉碎された非電導性材料(2)が落下できる多孔質構造の底板(4a)、(7a)と、この底板から落下した材料を取り出す開閉ゲート(4b)、(7b)が設けられている請求の範囲第6項記載の非電導性材料の破碎装置。

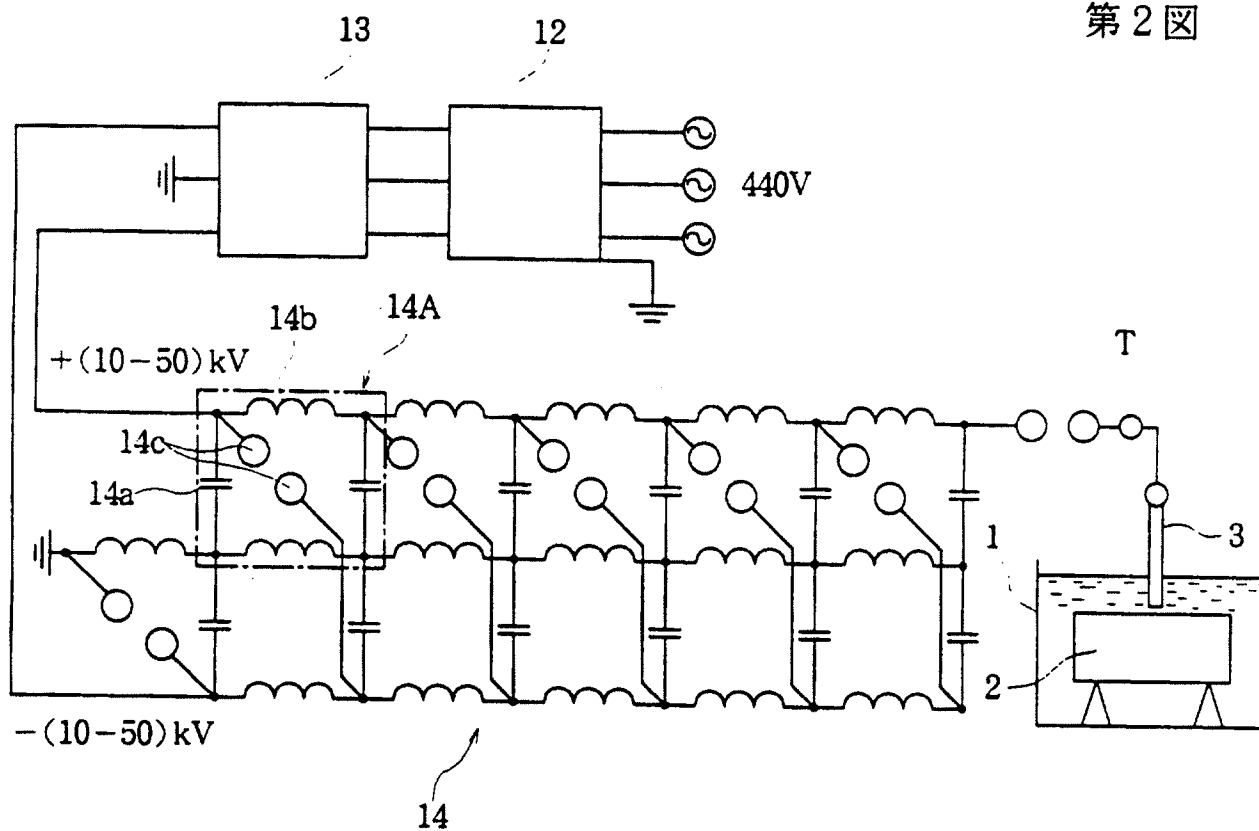
8. 前記容器(1)、(5)が複数段にて配列され、第1の容器(1)で破碎された非電導性材料(2)が次段の容器(5)内に順に移行させられて破碎または粉碎が行われる請求の範囲第6項記載の非電導性材料の破碎装置。

9. 前記放電電圧を与える電気回路は、高電圧の発生部(12)、(13)を有するとともに、所定距離にて対向する放電球または放電電極(14c)と、前記放電球または放電電極(14c)に放電が発生する前に互い並列に接続され且つ前記放電球または放電電極(14c)に放電が発生したときに直列に接続される複数のコンデンサ(14a)と、並列状態のときに各コンデンサ(14a)間を結ぶインダクタンス素子(14b)とから構成されたパルス発生器(14)を有している請求の範囲第4項記載の非電導性材料の破碎装置。

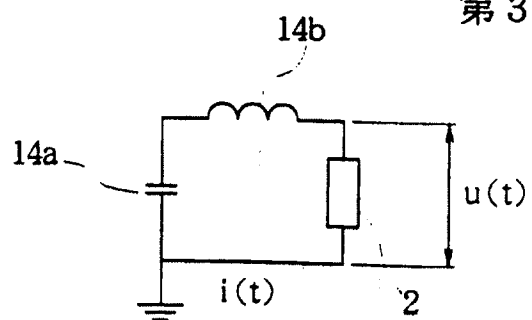
第1図



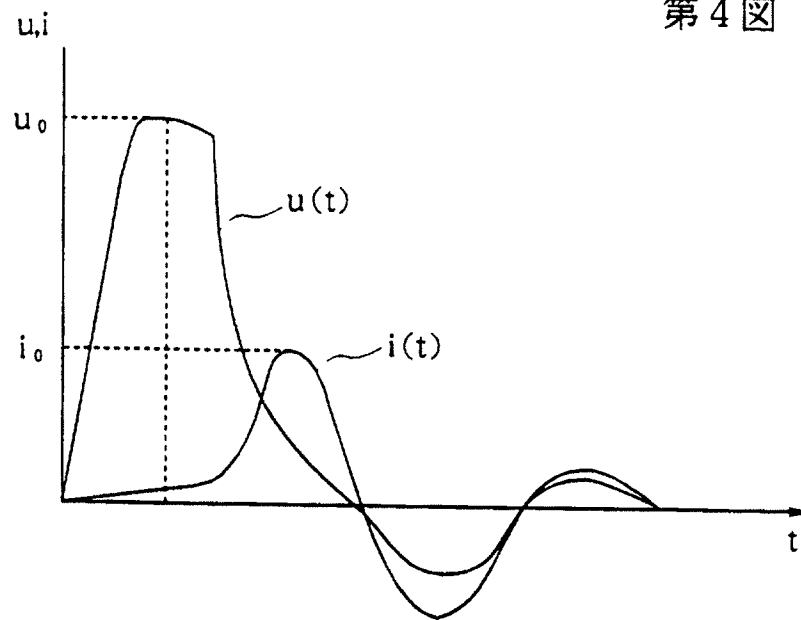
第2図



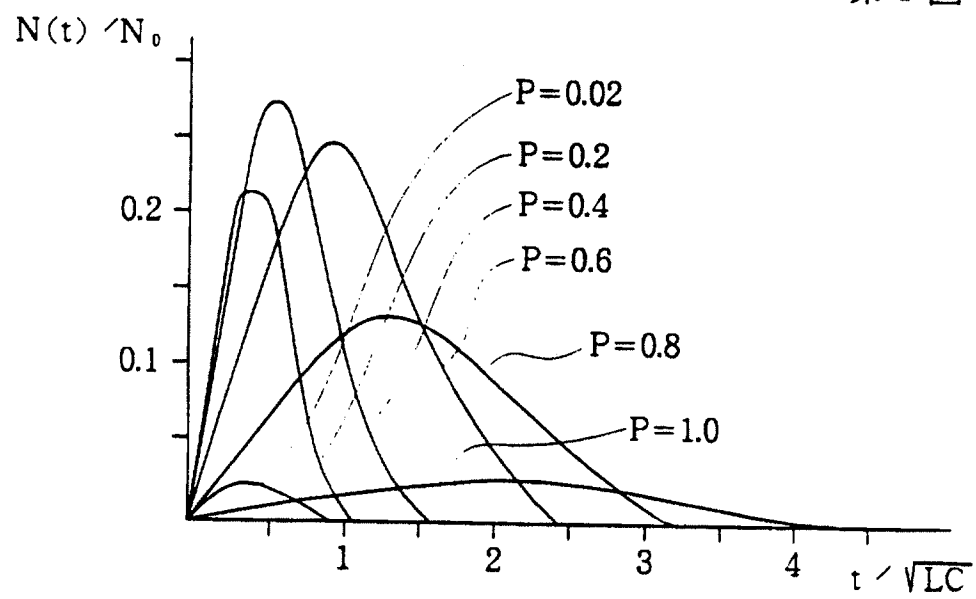
第3図



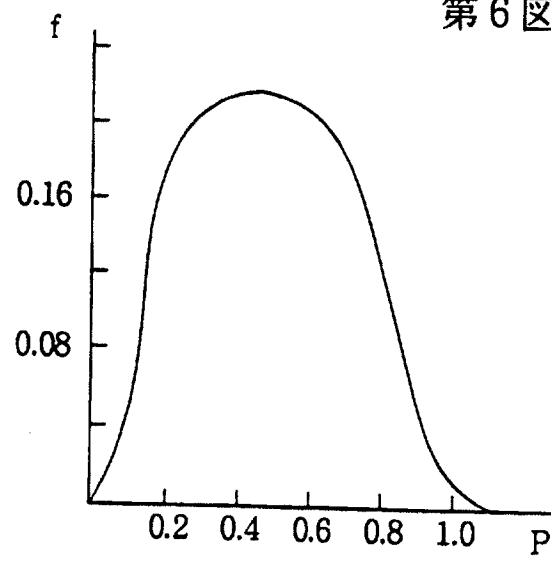
第4図



第5図



第 6 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/00392

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> B02C19/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> B02C19/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1996

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 46-26574, B (Inoue Japax Research Center), August 2, 1971 (02. 08. 71), Fig. 1 (Family: none)	1 - 9
A	JP, 62-502733, A (CEEE Corp.), October 22, 1987 (22. 10. 87), Fig. 2 & WO, 8606652, A1 & AU, 5863086, A1 & US, 4653697, A & BR, 8606649, A	1 - 9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
May 10, 1996 (10. 05. 96)Date of mailing of the international search report  
May 21, 1996 (21. 05. 96)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office  
Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. cl.<sup>6</sup> B02C19/18

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. cl.<sup>6</sup> B02C19/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1996年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 46-26574, B (株式会社井上ジャパックス研究所) 2. 8月. 1971 (02. 08. 71) 第1図 (ファミリーなし)	1-9
A	J P, 62-502733, A (シーイーイーイー コーポレーション) 22. 10月. 1987 (22. 10. 87) 第2図&WO, 8606652, A1&AU, 5863086, A1&US, 4653697, A&BR, 8606649, A	1-9

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 05. 96

国際調査報告の発送日

21.05.96

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

西村 和美

4D 7112

電話番号 03-3581-1101 内線 3421